日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: ２００２年１１月１９日

出願番号
Application Number: 特願２００２－３３４９１５

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００２－３３４９１５]

出願人
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

２００３年１０月 ６日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号 出証特２００３－３０８２２９７

【書類名】　特許願
【整理番号】　J0093683
【提出日】　平成14年11月19日
【あて先】　特許庁長官　殿
【国際特許分類】　H01L 21/02
H01L 27/00
【発明の名称】　多層配線基板の製造方法、多層配線基板、電子デバイス及び電子機器
【請求項の数】　12
【発明者】
【住所又は居所】　長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
【氏名】　桜田　和昭
【特許出願人】
【識別番号】　000002369
【氏名又は名称】　セイコーエプソン株式会社
【代理人】
【識別番号】　100089037
【弁理士】
【氏名又は名称】　渡邊　隆
【代理人】
【識別番号】　100064908
【弁理士】
【氏名又は名称】　志賀　正武
【選任した代理人】
【識別番号】　100110364
【弁理士】
【氏名又は名称】　実広　信哉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　008707

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【包括委任状番号】　9910485

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　多層配線基板の製造方法、多層配線基板、電子デバイス及び電子機器

【特許請求の範囲】

【請求項１】　少なくとも２層の配線層と、該配線層間に設けられた層間絶縁膜と、該配線層間を導通させる導通ポストとを有してなる多層配線基板の製造方法であって、

前記層間絶縁膜の上面が平坦になるように、前記層間絶縁膜が形成される絶縁膜形成領域の凹凸部の形状に応じて膜厚を変化させ、該層間絶縁膜を形成すること特徴とする多層配線基板の製造方法。

【請求項２】　請求項１に記載の多層配線基板の製造方法において、

液滴吐出方式を用いて前記層間絶縁膜を形成することを特徴とする多層配線基板の製造方法。

【請求項３】　請求項２に記載の多層配線基板の製造方法において、

前記絶縁膜形成領域の凹凸部の形状は、前記配線層及び前記導通ポストを形成する回路パターンの設計データから算出されることを特徴とする多層配線基板の製造方法。

【請求項４】　請求項２に記載の多層配線基板の製造方法において、

前記絶縁膜形成領域の凹凸部の形状は、前記層間絶縁膜を形成する前に測定されることを特徴とする多層配線基板の製造方法。

【請求項５】　請求項１から請求項４のうちいずれかに記載の多層配線基板の製造方法において、

前記層間絶縁膜を複数積層させて形成する場合に、

まず、前記配線層及び前記導通ポストを形成する回路パターンの設計データから算出された絶縁膜形成領域の凹凸部に応じて所定の膜厚の第１層間絶縁膜を形成した後に、

該第１層間絶縁膜の上面の段差を測定し、該段差を埋めるように第２層間絶縁膜を形成することを特徴とする多層配線基板の製造方法。

【請求項６】　請求項５に記載の多層配線基板の製造方法において、

前記第１層間絶縁膜を液滴吐出ヘッドから比較的大きな液滴を吐出させて形成し、前記第２層間絶縁膜を前記液滴より小さな液滴を吐出させて形成することを特長とする多層配線基板の製造方法。

【請求項７】　請求項１から請求項６に記載の多層配線基板の製造方法において、

液滴吐出ヘッドの駆動波形を制御することによって一滴当たりの吐出量を変化させ、材料インクの単位面積あたりの吐出量を調整することを特徴とする多層配線基板の製造方法。

【請求項８】　請求項１から請求項７に記載の多層配線基板の製造方法において、

前記材料インクが吐出される吐出位置の間隔を制御することによって、前記材料インクの単位面積あたりの吐出量を調整することを特徴とする多層配線基板の製造方法。

【請求項９】　少なくとも２層の配線層と、該配線層間に設けられた層間絶縁膜と、該配線層間を導通させる導通ポストとを有してなる多層配線基板であって、

前記層間絶縁膜は、請求項１から請求項８のうちいずれかに記載の製造方法によって製造されたものであることを特徴とする多層配線基板。

【請求項１０】　配線層と、該配線層の上に設けられた絶縁膜と、前記配線層の配線に接続されるとともに前記絶縁膜を貫くように設けられている導通ポストとを有してなる電子デバイスであって、

前記層間絶縁膜は、請求項１から請求項９のうちいずれかに記載の製造方法によって製造されたものであることを特徴とする電子デバイス。

【請求項１１】　請求項９に記載の多層配線基板を備えたことを特徴とする電子機器。

【請求項１２】　請求項１０に記載の電子デバイスを備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多層配線基板、多層配線基板の製造方法、電子デバイス及び電子機器に関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来、多層プリント配線基板の層間絶縁膜は、基板に液状材料を滴下した後、基板を回転させ、基板全面に材料を塗布して膜を形成するスピン塗布方式と、溶剤膜をロールに転写するロールコート方式が一般的であった。しかしながら、スピン塗布方式では、材料使用効率が１０％程度であり、かつ裏面洗浄などの別工程が必要となる。一方、ロールコート方式では、材料使用効率は高いが、転写ロールからの異物混入が問題となった。

このような多層プリント配線基板の層間絶縁膜の製造方法としては、近年、インクジェット方式によるが提案されている。この方式はいわゆるインクジェットプリンタでよく知られている液滴吐出技術であって、層間絶縁膜の材料を液状化させた材料インクの液滴をインクジェットヘッドから基板上に吐出し、定着させるものである。インクジェット方式によれば、微細な領域に材料インクの液滴を正確に吐出するので、所望の領域に直接材料インクを定着させることができると共に、材料インクの無駄も発生せず、製造コストの低減も図れ、非常に合理的な方法となる。

【０００３】

このような層間絶縁膜の形成方法としては、基板と材料吐出ノズルを相対移動させて、基板全面に絶縁膜材料を塗布し、必要に応じて基板を回転させる方法がある（例えば、特許文献１参照。）。

【０００４】

【特許文献１】

特開平７－１０８２０６号公報

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報に開示されている方法では、材料吐出ノズルから材料

が一様に塗布されるために、配線層の回路パターンの凹凸形状に沿って層間絶縁膜が形成されてしまい、層間絶縁膜の平坦化を十分に行うことができないという問題があった。層間絶縁膜が平坦化されていない場合には、層間絶縁膜より上層の配線層の断面は凹凸形状となり、平坦な配線層を形成することができないばかりでなく、更に上層の層間絶縁膜及び配線層の断面形状に影響を与え、配線層間の断線を招いてしまう。また、基板を回転させることにより、材料使用効率が低減し、かつ裏面洗浄などの別工程が必要となるという問題があった。

【０００６】

本発明は、液滴吐出方式を用いた比較的簡素な製造工程で精巧な多層配線基板を形成し、特に層間絶縁膜の平坦化が容易にできる、多層配線基板の製造方法、多層配線基板、電子デバイス及び電子機器を提供することを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

少なくとも２層の配線層と、配線層間に設けられた層間絶縁膜と、配線層間を導通させる導通ポストとを有してなる多層配線基板の製造方法であって、層間絶縁膜の上面が平坦になるように、層間絶縁膜が形成される絶縁膜形成領域の凹凸部の形状に応じて膜厚を変化させ、層間絶縁膜を形成すること特徴とする。この際、液滴吐出方式を用いることが望ましい。

本発明について、基板と、第１配線層と、導通ポストと、層間絶縁膜と、第２配線層とが順に形成された多層配線基板を例示して説明する。

まず、基板に所定の回路パターンの第１配線層を形成する。この回路パターンを断面視すると、配線が形成されている部分と、これが形成されていない部分との段差による凹部が形成される。

この第１配線層は、フォトリソグラフィ等の方法を用いて形成されるが、液滴吐出方式によって第１配線層を形成することが好ましい。

次に、第１配線層の上に導通ポストを形成する。この導通ポストを断面視すると、第１配線層の上面に導通ポストが突出した凸部が形成される。ここでは、液滴吐出方式を用いて導通ポストを形成することが好ましい。

また、本発明では、この凹部及び凸部を総称して凹凸部と呼び、この凹凸部は、所望の平坦面に対する段差及び突起を意味するものである。

続いて、液滴吐出方式を用いて層間絶縁膜の上面が平坦となるように絶縁膜形成領域の凹凸部の形状に応じて層間絶縁膜を形成する。ここで、絶縁膜形成領域とは、少なくとも基板、第１配線層及び導通ポストとの面によって囲まれた、層間絶縁膜が形成される領域を意味するものである。また、絶縁膜形成領域の凹凸部の形状に応じて層間絶縁膜を形成するとは、層間絶縁膜となる材料インクを凹凸部の凹部に対して多く吐出し、また、その材料インクを凸部に対して少なく吐出することによって、層間絶縁膜を形成するということである。

更に、続いて層間絶縁膜の上に所定の回路パターンの第２配線層を形成する。これによって第１配線層と第２配線層とは、導通ポストを介して接続される。また、層間絶縁膜の上面が平坦化され、かつ、第２配線層はこの層間絶縁膜の上面に倣って形成されるので、第２配線層は均一な膜厚を有する層膜となり、その上面は平坦面となる。ここで、液滴吐出方式によって第２配線層を形成することが好ましい。

上記一連の多層配線基板の製造方法において、液滴吐出方式による層間絶縁膜の形成は、材料インクに含まれる蒸発又は揮発可能な液体を蒸発させる乾燥工程を含むものとする。

従って、本発明によれば、層間絶縁膜の上面を平坦化することができ、更に、層間絶縁膜の上面を平坦化することで、第２配線層の膜厚は均一化され、第１配線層と第２配線層との層間は良好な絶縁性を得ることができ、断線を防止することができる。また、層間絶縁膜の上面に第２配線層を形成することにより、第２配線層は層間絶縁膜の平坦面に沿って形成されるので、第２配線層より上層の層膜（第３、第４…の配線層又は層間絶縁膜）を形成した際には、この層膜の上面の平坦化と、この層膜の膜厚均一化を容易に行うことができる。

【０００８】

また、本発明の多層配線基板の製造方法は、先に記載の多層配線基板の製造方法であり、絶縁膜形成領域の凹凸部の形状は、配線層及び導通ポストを形成する回路パターンの設計データから算出されることを特徴とする。

ここで、設計データとは、液滴吐出方式によって配線層及び導通ポストを所定の回路パターンで形成するための電子データと、液滴吐出方式による液滴の吐出量、液滴の配置及び吐出回数等の設定値とを含むものである。また、この電子データの形式としてはビットマップ、ＣＡＤ（computer aided design）で用いられるＤＸＦ及びＤＷＧ等の好適なデータ形式が適用される。

また、配線層及び導通ポストをフォトリソグラフィによって形成する場合には、露光工程で用いるマスクのパターンが電子化された電子データを用いてもよい。

従って、本発明によれば、回路パターンの設計データに基づいて、予め絶縁膜形成領域の形状を算出し、この算出結果に応じて層間絶縁膜が形成されるので、効率的に層間絶縁膜を形成することができる。

【０００９】

また、本発明の多層配線基板の製造方法は、先に記載の多層配線基板の製造方法であり、絶縁膜形成領域の凹凸部の形状は、層間絶縁膜を形成する前に測定されることを特徴とする。

ここで、凹凸部の測定は、層間絶縁膜を形成する前に絶縁膜形成領域全面に亘って行われ、また、非接触式段差計を用いて、凹凸部の寸法が３次元データ（測定データ）として高精度に測定される。この３次元データに基づいて、画像解析等を行うことによって絶縁膜形成領域を算出し、絶縁膜形成領域に吐出する材料インクの最適な吐出量、液滴の配置及び吐出回数等を設定し、液滴吐出が行われる。具体的には、凹凸部のうち深く凹んだ凹部には、材料インクを多く吐出し、浅く凹んだ凹部には、材料インクを少なく吐出する。

非接触式段差計としては、レーザー段差計等の光の干渉を利用した段差計やスキャナ等が好適に採用される。

また、凹凸部の測定は、ヘッド先行型センサを用いて、液滴吐出に先立って行ってもよい。ヘッド先行型センサとは、液滴吐出装置の液滴吐出ヘッドの近傍に設置されたものであり、これを用いることによって、凹凸部の段差測定と、液滴吐出ヘッドによる液滴吐出とが同時並行して行われ、この液滴吐出は、凹凸部の測定データに基づいて行われ、具体的には、凹凸部のうち深く凹んだ凹部には、

材料インクを多く吐出し、浅く凹んだ凹部には、材料インクを少なく吐出する。

従って、本発明によれば、非接触式段差計を用いた場合には、高精度に測定された３次元データ（測定データ）に基づいて算出された絶縁膜形成領域に層間絶縁膜を形成することができる。また、ヘッド先行型センサを用いた場合には、絶縁膜形成領域全面の測定が不要になり、効率的に凹部の段差測定と液滴吐出を行うことができる。

また、更に上記のいずれの方法であっても、凹凸部の寸法の誤差（設計データと測定データとの誤差）を含めた、実際の凹凸部の形状が測定されるので、この測定データに基づいて層間絶縁膜が形成され、設計データに基づいた層間絶縁膜よりも高精度に平坦化を行うことができる。

【００１０】

また、本発明の多層配線基板の製造方法は、先に記載の多層配線基板の製造方法であり、層間絶縁膜を複数積層させて形成する場合に、まず、配線層及び導通ポストを形成する回路パターンの設計データから算出された絶縁膜形成領域の凹凸部に応じて所定の膜厚の第１層間絶縁膜を形成した後に、第１層間絶縁膜の上面の段差を測定し、段差を埋めるように第２層間絶縁膜を形成することを特徴とする。

ここで、第１層間絶縁膜とは、絶縁膜形成領域に対して最初に形成される層膜であり、第２層間絶縁膜とは、予め形成された第１層間絶縁膜の上に形成される層膜である。また、第３、第４、・・・、の層間絶縁膜を形成した場合には、これらは、予め形成された層間絶縁膜の上に形成される層膜であるので、第２層間絶縁膜と総称している。また、第１層間絶縁膜の上面の段差を測定するとは、上述した非接触式段差計を用いた測定方法を意味するものである。

従って、本発明によれば、回路パターンの設計データに基づいて、予め絶縁膜形成領域の形状を算出し、この算出結果に応じて層間絶縁膜が形成されるので、効率的に第１層間絶縁膜を形成することができる。

また、第１層間絶縁膜の上面の段差を測定するので、第１層間絶縁膜の膜厚及び平坦度等の誤差を含めた、実際の段差を測定することができる。

また、この段差を埋めるように第２層間絶縁膜を形成するので、層間絶縁膜の

上面を平坦に形成することができる。従って、第１層間絶縁膜の上面は第２層間絶縁膜よりも多少粗雑に形成してもよく、液滴吐出法に要する処理時間を短縮させるような第１層間絶縁膜を形成することができる。

また、所望の層間絶縁膜を一括して形成するよりも、第１及び第２層間絶縁膜とに分割して形成するので、層間絶縁膜の膜厚の制御が容易となり、層間絶縁膜の上面に高精度な平坦面を形成することができる。

【００１１】

また、本発明の多層配線基板の製造方法は、先に記載の多層配線基板の製造方法であり、第１層間絶縁膜を液滴吐出ヘッドから比較的大きな液滴を吐出させて形成し、第２層間絶縁膜をよりも小さな液滴を吐出させて形成することを特長とする。

従って、本発明によれば、先に記載した多層配線基板の製造方法と同様の効果が得られるとともに、第１層間絶縁膜が所定の吐出精度で形成され、第２層間絶縁膜が更に高精度の吐出精度で形成されるので、層間絶縁膜の上面に更に高精度な平坦面を形成することができる。

【００１２】

また、本発明の多層配線基板の製造方法は、先に記載の多層配線基板の製造方法であり、液滴吐出ヘッドの駆動波形を制御することによって一滴当たりの吐出量を変化させ、材料インクの単位面積あたりの吐出量を調整することを特徴とする。

ここで、液滴吐出ヘッドとは、ノズル孔に連通する圧力発生室と、圧力発生室内の液状体を加圧することによりノズル孔から材料インクを吐出させる圧力発生素子を備えるものである。また、駆動波形とは、圧力発生素子に印加する電圧波形を意味している。また、単位面積あたりの吐出量とは、絶縁膜形成領域の単位面積あたりに吐出される材料インクの吐出量を意味している。また、材料インクとは、先に記載した層間絶縁膜の材料を蒸発又は揮発可能な液体中に含ませることによって液体状にされたものを意味する。例えば、溶媒にその材料を溶かして溶液にすること、及びその材料を液体中に分散させて分散液にすることを含むものとする。後者の場合、材料は粉体として形成されてもよいし、粉砕されて砕片

とされていてもよい。また、液滴吐出方式によって製造可能であれば、他の形態をとることにより液体状にしてもよい。

従って、本発明によれば、駆動波形を制御することによって圧力発生素子に所望の電圧が印加され、圧力発生素子が圧力発生室内の材料インクを加圧し、これによってノズル孔から材料インクが好適な吐出量で吐出され、絶縁膜形成領域の単位面積あたりの吐出量を調整することができる。

ここで、圧力発生素子に印加する電圧が高くなるように駆動波形を設定した場合には、１回あたりの吐出量を多くすることができ、また、この電圧が小さくなるように駆動波形を設定した場合には、その吐出量を少なくすることができる。

また、圧力発生素子に印加する電圧の単位時間あたりのパルス数が多くなるよう駆動波形を設定した場合には、単位時間あたりの吐出量を多くすることができ、また、このパルス数が少なくなるように駆動波形を設定した場合には、その吐出量を少なくすることができる。

また、更に、上記の駆動波形の電圧及びパルス数を好適に調整することによって、所望の液滴吐出を行うことができる。

【００１３】

また、本発明の多層配線基板の製造方法は、先に記載の多層配線基板の製造方法であり、材料インクが吐出される吐出位置の間隔を制御することによって、材料インクの単位面積あたりの吐出量を調整することを特徴とする。

ここで、吐出位置の間隔とは、材料インクの少なくとも２点間の距離であり、基板と液滴吐出ヘッドとの相対移動量を調整することによって設定されたもの、及び複数具備されている各ノズルの吐出、非吐出を制御することによって設定されたものである。また、実際には、相対移動させながら液滴吐出が行われ、この移動速度を大きくすることで間隔が大きくなり、よって材料インクの吐出を疎にすることができ、この移動速度を小さくすることで間隔が小さくなり、よって材料インクの吐出を密にすることができる。例えば、１０μｍ間隔で材料インクを吐出した場合と２０μｍ間隔で材料インクを吐出した場合とでは、前者より後者の方が単位面積当たりの吐出量が倍となる。また、ここで、相対移動を行わずに同一地点にて液滴吐出を行えば、いわゆる重ね塗りができる。

また、例えば、一定の領域において、各ノズルの吐出、非吐出を制御することにより、１００回吐出を行った場合と５０回吐出を行った場合とでは、前者より後者の方がインクの吐出が疎となり、単位面積当たりの吐出量は半分となる。

従って、本発明によれば、吐出位置の間隔を制御することによって、材料インクの疎密を調整し、絶縁膜形成領域の単位面積あたりの吐出量を調整することができる。

【００１４】

次に、本発明は、少なくとも２層の配線層と、該配線層間に設けられた層間絶縁膜と、該配線層間を導通させる導通ポストとを有してなる多層配線基板であって、前記層間絶縁膜は、先に記載の多層配線基板の製造方法によって製造されたものであることを特徴とする。

従って、本発明によれば、先に記載した多層配線基板の製造方法と同様の効果が得られ、配線層間の絶縁性が優れた多層配線基板を形成することができる。

【００１５】

次に、本発明は、配線層と、該配線層の上に設けられた絶縁膜と、前記配線層の配線に接続されるとともに前記絶縁膜を貫くように設けられている導通ポストとを有してなる電子デバイスであって、前記層間絶縁膜は、先に記載の多層配線基板の製造方法によって製造されたものであることを特徴とする。

従って、本発明によれば、先に記載した多層配線基板の製造方法と同様の効果が得られ、配線層間の絶縁性が優れた電子デバイスを形成することができる。

【００１６】

次に、本発明の電子機器は、先に記載の多層配線基板を備えたことを特徴とする。

従って、本発明によれば、先に記載した多層配線基板と同様の効果が得られ、絶縁破壊による故障が少ない電子機器となる。

【００１７】

次に、本発明の電子機器は、先に記載の電子デバイスを備えたことを特徴とする。

従って、本発明によれば、先に記載した電子デバイスと同様の効果が得られ、

絶縁破壊による故障が少ない電子機器となる。

【００１８】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る多層配線基板の製造方法について、図面に基づいて説明する。

（第１実施形態）

図１から図３は、本発明の第１実施形態に係る多層配線基板の製造方法を示す工程図である。図１は撥インク処理工程、第１回路パターン（第１配線層）及び層間導通ポスト（導通ポスト）の形成までを示した図、図２は第一層目の層間絶縁膜形成工程を示した図、図３は第２回路パターン（第２配線層）、第二層目の層間絶縁膜、及び第３回路パターン（第３配線層）の形成工程を示している。本実施形態では基板１０の片面側に多層プリント配線を形成する。

また、図４は多層配線基板の製造方法で用いる液滴吐出装置を示す図であり、図４（ａ）は液滴吐出装置の概略構成を示す斜視図、図４（ｂ）は液滴吐出装置の要部を示す側断面図である。また、図５は図４に示す液滴吐出装置の要部における駆動信号の波形を示す図である。

【００１９】

＜液滴吐出装置＞

図４（ａ）に示す液滴吐出装置１０１は、基板１０上に材料インク１２２を吐出するインクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）１０２と、このインクジェットヘッド１０２と基板１０との位置を相対的に移動させる移動機構１０４と、インクジェットヘッド１０２及び移動機構１０４を制御する制御部ＣＯＮＴとを備えたものである。

インクジェットヘッド１０２は、材料インク１２２を吐出し、これを基板１０上に吐出するようになっている。インクジェットヘッド１０２は、図４（ｂ）に示すようにノズル孔１１８に連通する圧力発生室１１５と、圧力発生室１１５内の材料インク１２２を加圧することにより、ノズル孔１１８から材料インク１２２を吐出させるピエゾ素子（圧力発生素子）１２０を備えるものである。

移動機構１０４は、基板ステージ１０６上に載置された基板１０の上方に、イ

ンクジェットヘッド１０２を下方に向けて支持するヘッド支持部１０７と、上方のインクジェットヘッド１０２に対して基板ステージ１０６とともに基板１０をＸ、Ｙ方向に移動させるステージ駆動部１０８とから構成されたものである。

【００２０】

また、インクジェットヘッド１０２において、ピエゾ素子１２０は、一対の電極１２１の間に位置し、通電するとこれが外側に突出するようにして撓曲するよう構成されたものである。そして、このような構成のもとに圧電素子１２０が接合されている振動板１１３は、圧電素子１２０と一体になって同時に外側へ撓曲するようになっており、これによって圧力発生室１１５の容積が増大するようになっている。したがって、圧力発生室１１５内に増大した容積分に相当する材料インク１２２が、図示しない供給口から圧力発生室１１５内へ流入し、また、このような状態からピエゾ素子１２０への通電を解除すると、ピエゾ素子１２０と振動板１１３はともに元の形状に戻る。従って、圧力発生室１１５も元の容積に戻ることから、圧力発生室１１５内部の材料インク１２２の圧力が上昇し、ノズル孔１１８から基板に向けて材料インク１２２が液滴として吐出される。

なお、インクジェットヘッド１０２のインクジェット方式としては、ピエゾ素子１２０を用いたピエゾジェットタイプ以外の方式でもよく、例えば、エネルギー発生素子として電気熱変換体を用いた方式を採用してもよい。

【００２１】

また、制御部ＣＯＮＴは、装置全体の制御を行うマイクロプロセッサ等のＣＰＵや、各種信号の入出力機能を有するコンピュータなどによって構成されたもので、図４（ａ）に示したようにインクジェットヘッド１０２及び移動機構１０４にそれぞれ電気的に接続されたことにより、インクジェットヘッド１０２による吐出動作、及び移動機構１０４による移動動作の少なくとも一方、本例では両方を制御するものとなっている。そして、このような構成により、材料インク１２２の吐出条件を変え、形成する薄膜の膜厚を制御する機能を有したものとなっている。

即ち、制御部ＣＯＮＴは、材料インク１２２の吐出量を制御する機能として、基板１０上の材料インク１２２の吐出距離間隔を変える制御機能と、一滴当たり

の材料インク１２２の吐出量を変える制御機能と、ノズル孔１１８の配列方向と移動機構１０４による移動方向との角度θを変える制御機能と、基板１０上の同一位置に繰り返し吐出を行う際に繰り返す吐出毎に吐出条件を設定する制御機能と、基板１０上を複数の領域に分けて各領域毎に吐出条件を設定する制御機能とを備えている。ここで、上記の吐出条件は、ピエゾ素子１２０に印加する電圧の駆動波形を制御することによって設定される。

更に、制御部ＣＯＮＴは、吐出距離間隔を変える制御機能として、基板１０とインクジェットヘッド１０２との相対的な移動の速度を変えて吐出距離間隔を変える制御機能と、移動時における吐出の時間間隔を変えて吐出距離間隔を変える制御機能と、複数のノズル孔１１８のうち同時に材料インク１２２を吐出させるノズル孔１１８を任意に設定して吐出距離間隔を変える機能とを備えている。

【００２２】

図５は、ピエゾ素子１２０に与える駆動信号の例と、ノズル孔１１８から吐出される材料インク１２２の状態を示している。以下、この図５を用いて、微小ドット、中ドット、大ドットの体積の異なる３種類の材料インク１２２を吐出する原理について説明する。

図５において、駆動波形［Ａ］は駆動信号発生回路が生成する基本波形である。波形［Ｂ］は基本波形の Part1 で形成されていて、メニスカス（液体の凹凸面）を揺動させノズル孔１１８近傍の増粘した材料インク１２２を拡散し、微小な材料インク１２２の吐出不良を未然に防止するために用いられる。Ｂ１ はメニスカスが静定している状態であり、Ｂ２ はピエゾ素子１２０に緩やかに充電することで圧力発生室１１５の体積を拡張しメニスカスを僅かノズル孔１１８内に引き込む動作を示している。波形［Ｃ］は基本波形の Part2 で形成されていて、微小ドットの材料インク１２２を吐出する波形である。まず静定している状態（Ｃ１）から急激にピエゾ素子１２０を充電してメニスカスを素早くノズル孔１１８内に引き込む。次に一旦引き込まれたメニスカスが再びノズル孔１１８を満たす方向に振動を開始するタイミングに併せて圧力発生室１１５を僅か縮小（Ｃ３）させることにより微小ドットの材料インク１２２が飛翔する。放電を途中休止した後の２度目の放電（Ｃ４）は吐出動作後のメニスカスやピエゾ素子１２

０の残留信号を制振させるとともに材料インク１２２の飛翔形態を制御する役目を果たしている。波形［D］は基本波形の Part3 で形成されていて、中ドットを吐出する波形である。静定状態（Ｄ１）から緩やかに大きくメニスカスを引き込み（Ｄ２）、メニスカスが再びノズル孔１１８を満たす方向に向かうタイミングに合わせて急激に圧力発生室１１５を収縮（Ｄ３）させることで中ドットの材料インク１２２が吐出される。Ｄ４ ではピエゾ素子１２０に充電／放電することでメニスカスやピエゾ素子１２０の残留振動を制振させている。波形［E］は基本波形の Part2 と Part3 を組み合わせて形成されていて、大ドットの材料インク１２２を吐出するための波形である。まず、Ｅ１、Ｅ２、Ｅ３ に示す過程で小ドットの材料インク１２２を吐出し、小ドット吐出後に僅かに残留するメニスカスの振動がノズル孔１１８内を材料インク１２２で満たすタイミングに合わせて中ドットを吐出する波形をピエゾ素子１２０に印加する。Ｅ４、Ｅ５ の過程で吐出される材料インク１２２は中ドットよりも大きい体積であり、先の小ドットの材料インク１２２と合わせてさらに大きい大ドットの材料インク１２２が形成される。このように駆動信号を制御することにより、微小ドット、中ドット、大ドットの体積の異なる３種類の材料インク１２２を吐出することができる。

【００２３】

ここで、本例の液滴吐出装置１０１は、液滴吐出方式を採用しており、複数のノズル孔１１８のそれぞれについて上述した吐出制御を独立して行うことが可能である。そのため、その吐出先を限定しやすい。すなわち、塗布膜の凹部に限定して、液体材料を効果的に吐出することができる。

【００２４】

＜材料インク＞

液滴吐出装置１０１で用いる材料インク１２２は、多層配線基板を構成する配線層、層間導通ポスト及び層間絶縁膜に応じて、種々のインクが用いられる。本実施形態の配線層を形成する材料インクとしては、電気導電性を有した導電性インクが用いられ、これは直径１０ｎｍ程度の銀微粒子をトルエン中に分散させた銀微粒子分散液（真空冶金社製、商品名「パーフェクトシルバー」）をトルエンで希釈し、その粘度が３［ｍＰａ・ｓ］となるように調整したものである。

【００２５】

＜撥インク処理工程＞

次に、基板の上面に施される撥インク処理について説明する。この撥インク処理を施すことにより、基板上に吐出された導電性インクなどの位置をより高精度に制御することができる。先ず、ポリイミドからなる基板１０をイソプロピルアルコール（ＩＰＡ）にて洗浄後、波長２５４ｎｍの紫外線を１０ｍＷ／ｃｍ2の強度で１０分間照射して更に洗浄（紫外線照射洗浄）する。この基板１０に撥インク処理を施すために、ヘキサデカフルオロ１、１、２、２、テトラヒドロデシルトリエトキシシラン０．１ｇと基板１０を容積１０リットルの密閉容器に入れて摂氏１２０度で２時間保持する。これにより、基板１０上に撥インク性の単分子膜が形成される。この単分子膜が形成された基板１０の上面と、その上面に吐出された上記導電性インクとの接触角は、例えば約７０度となる。

【００２６】

上記の撥インク処理後の基板表面と導電性インクとの接触角は、液滴吐出方式で多層プリント配線を形成するためには大きすぎる。そこで、この基板１０に、前記洗浄をしたときと同じ波長（２５４ｎｍ）の紫外線を２分間照射する。その結果、導電性インクと基板表面の接触角は約３５°となる。

なお、撥インク処理の代わりに受容層を形成してもよい。

【００２７】

＜第１回路パターン形成工程＞

液滴吐出装置１０１を用いて、図１に示すようにインクジェットヘッド１０２ａから上記撥インク処理が行われた基板１０に導電性インク１２２ａを吐出し、所定のドット間隔のビットマップパターンとなるように行われる。次いで、加熱処理を行って回路パターンを形成する。

【００２８】

ここで、インクジェットヘッド１０２ａとしては、例えば、市販のプリンター（商品名「カラリオＰＭ９５０Ｃ」（エプソン製））のヘッドを使用する。また、インク吸入部がプラスチック製であるため、有機溶剤に対して溶解しないよう吸入部を金属製の治具に変更したものを用いる。インクジェットヘッド１０２ａ

の駆動電圧を２０Ｖとして上記導電性インクを吐出すると、５ピコリットルの体積の導電性インク１２２ａが吐出される。その導電性インク１２２ａの直径は約２７μｍである。導電性インク１２２ａが基板１０上に吐出（接触角３５度）した後、その導電性インク１２２ａは基板１０上で直径約４５μｍに広がる。

【００２９】

基板１０上に描画する回路パターンとしては、例えば、１辺が５０μｍの正方形からなるグリッド上に白黒２値のビットマップとして設計し、このビットマップに従って導電性インク１２２ａを吐出することで形成した。即ち、図１（ａ）に示すようにインクジェットヘッド１０２ａから基板１０上に、銀微粒子を含む導電性インクを５０μｍごとの配置となるように吐出する。

【００３０】

上記の条件では、基板１０に吐出した１個の液滴１３は直径約４５μｍに広がるので、隣り合った液滴１３同士は接触せず、すべてのドット（液滴１３）が基板１０上で孤立している。一旦、パターン吐出を行った後、導電性インクの溶剤を乾燥させるために基板１０に摂氏１００度の熱風を１５秒間あて、その後、基板１０が室温に戻るまで数分間自然冷却した。その結果、図１（ｂ）に示す状態となる。

【００３１】

この処理の後でも、基板１０の撥インク性は処理前と変わらない。また、乾燥などにより液滴１３から溶剤が飛ばされて形成されたインク滴１４の厚さは約２μｍとなる。また、このインク滴１４上の撥インク性は、インク滴１４の無い部分とほとんど同程度の撥インク性となる。

【００３２】

その後、図１（ｃ）のように、上述の孤立したドット（インク滴１４）の中間を狙って再び上記と同様の条件で液滴１３と同じ液体からなる液滴１５を吐出する。図１では、断面図のみを示しているが、本図（紙面）と垂直方向にもインク滴１４と同様な孤立したドットが存在する場合には、そのドットの中間も同様に液滴１５を吐出していく。

この吐出では、基板１０とインク滴１４の上の撥液性がほとんど同一であった

ため、上記の条件での吐出で、インク滴１４の無い基板１０への吐出の場合とほぼ同様の結果が得られる。

【００３３】

その後、液滴１５について上記と同様に熱風乾燥を行って導電性インクの溶剤を揮発させ、これによって図１（ｄ）のように、すべてのインク滴がつながったパターン１６が形成される。

更に、膜厚を稼ぎ、また、配線層の回路パターンにドットの形状が残らないようにするために、上記と同様に行うドットの中間または凹部を狙っての吐出と熱風乾燥の工程とを、既述の分も含めて合計６回繰り返し、図１（ｅ）に示すような線幅５０μｍ、膜厚１０μｍの第１回路パターン１７を形成する。なお、この段階では導電性インクの溶剤を飛ばしただけで、焼成が不十分であるため回路パターンには電気導電性はない。

【００３４】

＜層間導通ポスト形成工程＞

次に、層間絶縁膜を貫通して第２回路パターンとの導通を図るためのものである層間導通ポスト１８を形成する。ここでは、上記の第１回路パターン形成工程と全く同様の工程で層間導通ポスト１８を形成することができる。即ち、層間導通が必要な場所のみに銀微粒子を含有した導電性インク１２２ａを吐出し、間に熱風乾燥をはさんで重ねて吐出する。そして合計６回の吐出にて図１（ｆ）に示すように、第１回路パターンからの高さが１０μｍの層間導通ポスト１８を形成する。

【００３５】

その後、基板１０を大気中で摂氏３００度にて３０分間熱処理して、銀微粒子同士を物理的に接触させる。これにより、第１回路パターン１７と層間導通ポスト１８が一体化した形で形成される。また、この熱処理によって第１回路パターン１７及び層間導通ポスト１８全体の膜厚は、図１（ｇ）のように熱処理前の約半分となる。第１回路パターン１７と基板１０との密着力をセロテープ（登録商標）試験による評価を行うと、剥がれはなく十分な密着力があることがわかる。

【００３６】

＜絶縁膜形成領域算出工程＞

続いて、絶縁膜形成領域算出工程が行われる。絶縁膜形成領域１９ａは、後に層間絶縁膜が形成される領域であり、図１（ｈ）のように第１回路パターン１７及び層間導通ポスト１８のビットマップパターン等の電子データと、液滴の吐出量、液滴の配置及び吐出回数等の設定値とを含んだ設計データから算出されるものである。

このような設計データの算出結果から、基板１０の上面１０ａと、第１回路パターン１７の上面１７ａ及び側面１７ｂと、層間導通ポスト１８の側面１８ｂとによって形成された凹凸部と、所望の層間絶縁膜の膜厚とによって絶縁膜形成領域１９ａが算出される。

なお、絶縁膜形成領域算出工程は、液滴吐出装置１０１全体の制御を行うマイクロプロセッサ等のＣＰＵや、各種信号の入出力機能を有するコンピュータにおいて行われるので、層間絶縁膜を形成する前であれば、いつでも算出を行ってよい。

【００３７】

＜親インク処理＞

次の工程において、絶縁膜形成領域１９ａに対して層間絶縁膜を形成にあたり、第１回路パターン１７が形成された基板１０に、前処理として波長２５４ｎｍの紫外線を１０［mW／ｃm2］の強度で５分間照射する。これによって、基板１０の上面１０ａと、第１回路パターン１７の上面１７ａ及び、側面１７ｂと、層間導通ポスト１８の側面１８ｂは親インク性となる。

【００３８】

＜第１層間絶縁膜形成工程＞

更に、続いて絶縁膜形成領域１９ａに対して、これを埋めるように層間絶縁膜を形成する。

本実施形態の層間絶縁膜を形成するための材料インクは、例えば、市販のポリイミドワニス（製品名「パイメル」（旭化成工業製））を溶剤で希釈し、粘度が８［ｍＰａ・ｓ］となるように調整した。

液滴吐出装置１０１を用いて、上面１０ａと第１回路パターン１７との凹部の

みを埋めるように上記の材料インク１２２ｂを吐出する（図２（ａ）参照）。

【００３９】

材料インク１２２ｂを吐出する際には、インクジェットヘッド１０２ｂに印加する電圧の駆動波形を制御することで、材料インク１２２ｂの単位面積あたりの吐出量が調整される。例えば、ピエゾ素子１２０に印加する電圧が高くなるように駆動波形を設定した場合には、１滴当りの吐出量を多くすることができ、また、この電圧が小さくなるように駆動波形を設定した場合には、その吐出量を少なくすることができる。また、ピエゾ素子１２０に印加する電圧の単位時間あたりのパルス数が多くなるよう駆動波形を設定した場合には、単位面積当りの吐出量を多くすることができ、また、このパルス数が少なくなるように駆動波形を設定した場合には、その吐出量を少なくすることができる。

また、材料インク１２２ｂは、制御部ＣＯＮＴによって基板１０とインクジェットヘッド１０２ｂとの相対的な移動速度が変更され、所望の吐出距離間隔で吐出される。また、移動時における吐出の時間間隔を変えて吐出してもよい。例えば、上記の移動速度を大きくすることで吐出距離間隔が大きくなり、材料インク１２２ｂの吐出を疎にすることができ、また、この移動速度を小さくすることで吐出距離間隔が小さくなり、材料インク１２２ｂの吐出を密にすることができる。また、相対移動を行わずに同一地点にて液滴吐出を行えば、いわゆる重ね塗りができる。また、ノズルの吐出・非吐出を制御することにより、単位面積当たりの吐出量を変化させることができる。

【００４０】

まず、図２（ａ）のように絶縁膜形成領域１９ａのうち、基板１０の上面１０ａと、第１回路パターン１７の側面１７ｂとによって形成された凹部に対して、材料インク１２２ｂを吐出する。上面１０ａ及び側面１７ｂは親インク性になっているので、吐出された材料インク１２２ｂは凹部に濡れ広がり、図２（ｂ）のように凹部はすべて材料インク１２２ｂで覆われる。また、材料インク１２２ｂの上面は、セルフレベリング効果によって平坦となる。

【００４１】

次いで、この基板１０を摂氏４００度で３０分間熱処理し、材料インク１２２

ｂに含まれる溶剤の除去を行って、第１層間絶縁膜（層間絶縁膜）２２を形成する。この結果、図２（ｃ）に示すように、第１層間絶縁膜２２の膜厚は熱処理前の材料インク１２２ｂの約半分となる。

そこで、再び上記と同様に第１層間絶縁膜２２の上に材料インク１２２ｂを吐出し、上記と同様に摂氏４００度で３０分間熱処理して硬化させることにより、図２（ｄ）に示すように第１層間絶縁膜２２が上面１０ａと側面１７ｂとの凹部を埋めて、第１回路パターン１７の上面１７ａの位置において、平坦面が形成される。なお、ここで材料インク１２２ｂの吐出と熱処理は、複数回行ってもよい。

【００４２】

＜第２層間絶縁膜形成工程＞

続いて、図２（ｅ）のように絶縁膜形成領域１９ａのうち、第１回路パターン１７の平面１７ａと、第１層間絶縁膜２２の上面２２ａと、層間導通ポスト１８の側面１８ｂとによって形成された凹部に対して、これを埋めるように材料インク１２２ｂを吐出し、第２層間絶縁膜（層間絶縁膜）２３を形成する。

ここで、上面１７ａ及び側面１８ｂは親インク性になっており、上面２２ａは材料インク１２２ｂに含まれるポリイミドワニスと同じ組成であるので、吐出した材料インク１２２ｂは凹部に濡れ広がり、図２（ｆ）のように凹部はすべて材料インク１２２ｂで覆われる。また、材料インク１２２ｂの上面は、セルフレベリング効果によって平坦となる。

【００４３】

次いで、この基板１０を摂氏４００度で３０分間熱処理し、材料インク１２２ｂに含まれる溶剤の除去を行って、第２層間絶縁膜２３を形成する。この結果、図２（ｇ）に示すように、第２層間絶縁膜２３の膜厚は熱処理前の材料インク１２２ｂの約半分となる。

そこで、再び上記と同様に第２層間絶縁膜２３の上に材料インク１２２ｂを吐出し、上記と同様に摂氏４００度で３０分間熱処理して硬化させることにより、図２（ｈ）に示すように第２層間絶縁膜２３が上面１７ａと側面１８ｂとの凹部を埋め、第２層間絶縁膜２３の上面２３ａが平坦になる。

このように第１層間絶縁膜２２と、第２層間絶縁膜２３とを積層形成することにより、平坦な上面を有する層間絶縁膜２４が形成される。

なお、ここで材料インク１２２ｂの吐出と熱処理は、複数回行ってもよい。

また、層間導電ポスト１８の上面１８ａが第２層間絶縁膜２３の上面２３ａよりも僅かに（０．１μｍ程度）高い位置になるようにするのが好ましい。

【００４４】

＜第２回路パターン形成工程＞

層間絶縁膜２４の上に、第２回路パターン（第２配線層）３１を形成するには、第１回路パターンと全く同様な工程を行う。即ち、ＩＰＡ洗浄、紫外線照射洗浄、フッ化アルキルシランによる撥インク化、紫外線照射による接触角の調整、銀微粒子含有インクのパターン吐出、熱風乾燥という各工程を行う。そして、吐出→熱風乾燥→吐出→熱風乾燥という工程を必要な回数だけ繰り返す。このような一連の工程によって多層配線基板が形成される。

【００４５】

また、更に多層化する場合には、図３（ａ）に示すように、第１回路パターンと同様にして層間導通ポスト３２を形成した後、第２回路パターンと同時に焼成して導通を図る。その上から層間絶縁膜２４を形成したときと全く同様に、図３（ｂ）で示すような層間絶縁膜３３を形成する。このような工程を必要な回数だけ繰り返すことで、何層でも多層化することができる。図３（ｃ）は第３配線層（第３回路パターン）まで形成した例である。

【００４６】

上述したように、第１回路パターン１７及び層間導通ポスト１８の設計データに基づいて、層間絶縁膜２４の上面を平坦に形成することができる。

また、層間絶縁膜２４の上面を平坦化することで、第２回路パターン３１の膜厚は均一化され、第１回路パターン１７と第２回路パターン３１との層間は良好な絶縁性を得ることができ、また、断線を防止することができる。

また、層間絶縁膜２４の上面に第２回路パターン３１を形成することにより、第２回路パターン３１は層間絶縁膜２４の平坦面に沿って形成されるので、第２回路パターン３１より上層の層膜（第３、第４…の回路パターン層又は層間絶縁

膜）を形成した際には、この層膜の上面の平坦化と、この層膜の膜厚均一化を容易に行うことができる。

また、第１回路パターン１７及び層間導通ポスト１８の設計データに基づいて、予め絶縁膜形成領域１９ａの形状が算出されるので、絶縁膜形成領域１９ａを測定する工程が不要にすることができる。

また、インクジェットヘッド１０２に印加する電圧の駆動波形を制御することによって、材料インク１２２が好適な吐出量で吐出され、絶縁膜形成領域１９ａの単位面積あたりの吐出量を調整することができる。また、更に吐出位置の間隔を制御することによって、材料インク１２２の疎密を調整し、絶縁膜形成領域１９ａの単位面積あたりの吐出量を調整することができる。

【００４７】

（第２実施形態）

図６は、本発明の第２実施形態に係る多層配線基板の製造方法を示す工程図である。本実施形態では、第１実施形態の絶縁膜形成領域算出工程に代わって絶縁膜形成領域測定工程が行われ、その他の工程は第１実施形態と同様に行われる。

ここでは、第１実施形態と異なる部分を詳細に説明し、その他の工程については多層配線基板が形成される一連の流れのみを説明する。また、図６において、図１から図４と同一部分については同一符号を付している。

【００４８】

本実施形態の多層配線基板の製造方法は、まず、図１（ａ）から（ｇ）に示すように、基板１０に対する撥インク処理と、第１回路パターン形成工程と、層間導通ポスト形成工程とを順に行った後に、図６に示す絶縁膜形成領域測定工程を行う。

【００４９】

＜絶縁膜形成領域測定工程（１）＞

絶縁膜形成領域測定工程は、非接触式段差計の一つであるレーザー段差計を用いて行われる。レーザー段差計とは、発光部と受光部とを備えたヘッドを測定対象近傍で走査させ、ヘッドと測定対象との距離を光の干渉を利用して測定するものである。

図６に示すように第１回路パターン１７及び層間導通ポスト１８が形成された基板１０の一面全体に亘って、ヘッド２０１を走査し、発光部２０１ａからレーザー光を基板１０の上面に照射し、受光部２０１ｂによって反射光を検知し、凹凸部が３次元データとして高精度に測定される。

次に、この３次元データに基づいて、画像解析等を行うことによって絶縁膜形成領域１９ｂを算出し、絶縁膜形成領域１９ｂに吐出する材料インク１２２の最適な吐出量、液滴の配置及び吐出回数等が設定される。

【００５０】

続いて、絶縁膜形成領域測定工程が施された基板１０に対して、図２及び図３に示すように親インク処理が行われた後に、絶縁膜形成領域１９ｂに基づいて第１層間絶縁膜形成工程、第２層間絶縁膜形成工程によって、上面が平坦な層間絶縁膜が形成され、第２回路パターン形成工程等が行われ、多層配線基板が形成される。

【００５１】

上述したように、レーザー段差計を用いて絶縁膜形成領域１９ｂの３次元データ（測定データ）に基づいて、絶縁膜形成領域１９ｂに層間絶縁膜を形成することができる。

また、第１回路パターン及び層間導通ポストを形成した際に生じてしまう凹凸部の寸法誤差（設計データと測定データとの誤差）を含めた、実際の形状が測定されるので、設計データに基づいた層間絶縁膜よりも高精度に層間絶縁膜の平坦化を行うことができる。

なお、非接触式段差計としては、レーザー段差計に限ることはなく、スキャナを用いてもよい。

【００５２】

また、図７は、本実施形態の多層配線基板の製造方法の変形例を示す工程図である。ここでは、第２実施形態の絶縁膜形成領域測定工程で用いたレーザー段差計に代わり、ヘッド先行型センサを用いて絶縁膜形成領域測定工程が行われるものである。ヘッド先行型センサとは、液滴吐出ヘッド近傍に設置され、凹凸部の段差測定を行うものである。この絶縁膜形成領域測定工程を除いた他の工程は、

説明を省略する。

【００５３】

＜絶縁膜形成領域測定工程（２）＞

絶縁膜形成領域測定工程は、液滴吐出ヘッドの近傍に設置されたヘッド先行型センサを用いて行われる。

図７に示すようにヘッド先行型センサ２１０は、制御部２２０を介してインクジェットヘッド２３０と接続されており、基板１０を走査して第１回路パターン１７及び層間導通ポスト１８の凹凸部を液滴吐出に先立って測定するようになっている。

ヘッド先行型センサ２１０は、第１回路パターン１７及び層間導通ポスト１８が形成された基板１０を走査して凹凸部の段差を測定し、制御部２２０は、ヘッド先行型センサ２１０の測定結果に基づいて、インクジェットヘッド２３０を駆動し、液滴吐出が行われる。なお、凹凸部の段差測定と液滴吐出は、同時並行して行われる。

【００５４】

上述したように、絶縁膜形成領域１９ｂの測定及び液滴吐出が同時並行して行われ、絶縁膜形成領域１９ｂに層間絶縁膜を形成することができる。また、レーザー段差計による絶縁膜形成領域全面に亘る測定が不要になり、効率的に凹部の段差測定と液滴吐出を行うことができる。

また、第１回路パターン及び層間導通ポストを形成した際に生じてしまう凹凸部の寸法誤差（設計データと測定データとの誤差）を含めた、実際の形状が測定されるので、設計データに基づいた層間絶縁膜よりも高精度に層間絶縁膜の平坦化を行うことができる。

【００５５】

（第３実施形態）

図８は、本発明の第３実施形態に係る多層配線基板の製造方法を示す工程図である。本実施形態では、層間絶縁膜を複数に積層形成する場合において、最初に第１層間絶縁膜を形成した後に、その上面の段差を測定し、測定データに基づいて第１層間絶縁膜の上面が平坦になるように第２層間絶縁膜を形成するものであ

る。

ここでは、第１及び第２実施形態と異なる部分を詳細に説明し、その他の工程については多層配線基板が形成される一連の流れのみを説明する。また、図８において、図１から図７と同一部分については、同一符号を付している。

【００５６】

本実施形態の多層配線基板の製造方法は、まず、図１（ａ）から（ｈ）に示すように、基板１０に対する撥インク処理、第１回路パターン形成工程、層間導通ポスト形成工程を行い、更には、絶縁膜形成領域測定工程、親インク処理とを順に行った後に、図８（ａ）に示す第１層間絶縁膜形成工程を行う。

【００５７】

この第１層間絶縁膜形成工程においては、液滴吐出に要する処理時間を短縮するように比較的大きな液滴で、かつ吐出距離間隔を大きくして材料インク１２２ｂの液滴吐出を行い、第１層間絶縁膜２６を形成する。

この第１層間絶縁膜２６の形成においては、液滴吐出装置１０１のインクジェットヘッド１０２ｂに印加する電圧の駆動波形を制御することで、材料インク１２２ｂの単位面積あたりの吐出量が調整され、また、制御部ＣＯＮＴによって基板１０とインクジェットヘッド１０２ｂとの相対的な移動速度を変更することで、所望の吐出距離間隔で液滴吐出が行われる。次いで、この基板１０を熱処理し、材料インク１２２ｂに含まれる溶剤の除去が行われ、第１層間絶縁膜２６の硬化が行われる。

このように、図８（ｂ）に示す第１層間絶縁膜２６が形成される。ここで、材料インク１２２ｂは比較的大きな液滴でインク滴の密度が疎に吐出されることから、第１層間絶縁膜２６の上面２６ａは、高精度な平坦面になっていない。

【００５８】

続いて、図８（ｃ）に示す絶縁膜形成領域測定工程が行われ、第１層間絶縁膜２６の上面２６ａの段差が測定される。

絶縁膜形成領域測定工程は、非接触式段差計の一つであるレーザー段差計を用いて行われ、第１層間絶縁膜２６が形成された基板１０の一面全体に亘ってヘッド２０１を走査し、発光部２０１ａからレーザー光を第１層間絶縁膜２６の上面

２６ａに照射し、受光部２０１ｂによって反射光を検知し、上面２６ａの段差が３次元データとして高精度に測定される。

次に、この３次元データに基づいて、画像解析等を行うことによって絶縁膜形成領域１９ｃを算出し、絶縁膜形成領域１９ｃに吐出する材料インク１２２ｂの最適な吐出量、液滴の配置及び吐出回数等が設定される。

【００５９】

更に、続いて図８（ｄ）に示すように第２層間絶縁膜形成工程が行われる。

ここで、絶縁膜形成領域１９ｃに基づいて、第１層間絶縁膜の段差を埋めるように、材料インク１２２ｂが先程より小さな液滴で密に吐出される。液滴吐出においては、液滴吐出装置１０１のインクジェットヘッド１０２ｂに印加する電圧の駆動波形を制御することで、材料インク１２２ｂの単位面積あたりの吐出量が調整され、また、制御部ＣＯＮＴによって基板１０とインクジェットヘッド１０２ｂとの相対的な移動速度を変更することで、所望の吐出距離間隔で液滴吐出が行われる。次いで、この基板１０を熱処理し、材料インク１２２ｂに含まれる溶剤の除去が行われ、第２層間絶縁膜２７の硬化が行われ、図８（ｅ）に示す積層形成された層間絶縁膜２８が形成され、その上面２８ａは平坦になる。

続いて、第２層間絶縁膜形成工程が施された基板１０に対して、図３に示すように第２回路パターン形成工程等が行われ、多層配線基板が形成される。

【００６０】

上述したように、第１層間絶縁膜２６の上面２６ａの段差を測定するので、第１層間絶縁膜２６の膜厚及び平坦度等の誤差を含めた、実際の段差を測定することができる。

また、この段差を埋めるように第２層間絶縁膜２７を形成するので、層間絶縁膜２８の上面２８ａを平坦に形成することができる。従って、第１層間絶縁膜２６の上面２６ａは第２層間絶縁膜２７よりも多少粗雑に形成してもよく、液滴吐出方式に要する処理時間を短縮させるような第１層間絶縁膜２６を形成することができる。

また、所望の層間絶縁膜２８を一括して形成するよりも、第１及び第２層間絶縁膜２６、２７とに分割して形成するので、第２層間絶縁膜２７を形成する液滴

の吐出量は少なくてよく、従って、吐出量制御を重視した液滴吐出を行うことができ、上面２８ａを精度が高い平坦面に形成することができる。

【００６１】

なお、本実施形態では、液滴吐出方式によって第１層間絶縁膜２６は形成されているが、液滴吐出方式に限らす、スピンコート法等の他の方法によって第１層間絶縁膜２６を形成し、この層膜の段差を測定し、段差を埋めるように第２層間絶縁膜２７を形成してもよい。

【００６２】

（第４実施形態）

図９は、本発明の第４実施形態に係る多層配線基板の製造方法を示す工程図である。本実施形態ではコア基板４０の両面に多層プリント配線を形成する。

【００６３】

第１から第３実施形態と同様にして液滴吐出方式で回路パターンと絶縁膜パターンを積層して形成したのでは、第１から第３実施形態と同様な片面基板しかできない。基板の両面に多層プリント配線を形成するためには、中心となるコア基板４０として、通常の両面配線基板を用いて、これを出発点として第１から第３実施形態と同様の工程を両面側に対して行えばよい。

【００６４】

ただし、コア基板４０としてはスルーホールがないタイプのものを使うのが好ましく、これは貫通穴を金属ペースト（配線層）４１で充填する方法、片側銅箔基板に非貫通穴をあけて金属ペーストで充填する方法などがある。穴あけは通常のフォトリソグラフィ、またはレーザー照射によって行う。また、第１から第３実施形態で用いたものと同様の銀微粒子を含有する導電性インクを液滴吐出方式にて貫通穴又は非貫通穴に充填する方法でもよい。

【００６５】

このように、コア基板４０両面に回路パターンが形成された状態から出発して、層間導通ポスト４２を形成する工程、層間絶縁膜４３を形成する工程、次の層の回路パターン（配線層）４４を形成する工程、を両面に対して順次繰り返すことにより、コア基板４０の両面に多層プリント配線を形成することができる。

【００６６】

（第５実施形態）

図１０は、本発明の第５実施形態に係る多層配線基板の製造方法を示す工程図である。本実施形態は、チップ・スケール・パッケージ（CSP：Chip Scale Package）手法で再配線を形成するもの、即ちチップ上にいきなり回路パターンを描画して多層プリント配線を形成するものである。

【００６７】

先ず、図１０（ａ）に示すように、電極パッド５１まで形成したＩＣチップ５０に、単分子膜を使って撥インク処理をする。この処理は、第１から第３実施形態に記載した処理とほとんど同様であり、単分子膜の材料としてデシルトリエトキシシランを用いた以外は第１から第３実施形態の撥インク処理と同じである。

【００６８】

次いで、図１０（ｂ）に示すように、第１から第３実施形態に記載した工程により、すべての電極パッド５１の中心に、高さ５μｍで直径５０μｍの層間導電ポスト５２を形成するし、更に、層間絶縁膜５３を層間導電ポスト（導通ポスト）５２の上面と同じ高さまで形成する。これによって、層間導電ポスト５２の上面を確実に露出させながら上面が平坦な層間絶縁膜５３を形成することができる。

【００６９】

その後、上記と同様にして撥インク処理→第２回路パターン形成→層間導電ポスト形成→層間絶縁膜形成の工程を行うことで、図６（ｃ）のように、ＩＣチップ５０の電極パッド５１から再配線（配線層）５４を形成する。次いで、基板表面に現れている層間導電ポスト５２の上に通常のフォトリソグラフィ、又は第１実施形態における配線形成と同様な方法で、パッド（配線層）５５とそのパッド５５上に設けられるバンプ（配線層）５６とを形成する。

【００７０】

（第６実施形態）

図１１は、本発明の第６実施形態に係る多層配線基板の製造方法を示す工程図である。本実施形態は、無線ＩＣカード（多層配線基板）６０におけるアンテナ

終端部のコイル形状を上記実施形態の製造方法で形成するものである。なお、図１１（ａ’）、図１１（ｂ’）、図１１（ｃ’）は、図１１（ａ）、図１１（ｂ）、図１１（ｃ）における２つのパッド部６５、６５間の断面図をそれぞれ示している。

【００７１】

この無線ＩＣカード６０は、ポリイミドフィルム６１に実装されたＩＣチップ６３とコイル状のアンテナ（配線層）６２からなる。ＩＣチップ６３は、不揮発性メモリ、ロジック回路及び高周波回路などからなり、外部の発信機から出された電波をアンテナ６２で捉えて電力供給を受けることにより動作する。また、ＩＣチップ６３は、アンテナ６２が受信した信号を解析し、その解析結果に対応した必要な所定の信号をアンテナ６２から発信させるようになっている。

【００７２】

このような無線ＩＣカードを作成するために先ず、第一実施形態の第１配線形成工程と同様にして、図１１（ａ）に示すように、ポリイミドフィルム６１上にコイル状のアンテナ６２を形成する。パッド部（配線層）６４やＩＣチップ６３を実装する端子部６３ａもアンテナ６２と同時に形成される。アンテナ６２を形成した後、第一実施形態と同様にして、更にパッド部６４の上に層間導通ポスト（導通ポスト）６５を形成する。次いで、第１から第３実施形態に記載した方法により、図１１（ｂ）に示すように、層間導通ポスト６５の上面が出るようにポリイミドをパターンに塗布して層間絶縁膜６６を形成する。

【００７３】

層間絶縁膜６６を形成した後に、更に、第１実施形態と同様にして、図１１（ｃ）に示すようなパターンに銀微粒子含有の導電性インクを液滴吐出方式で塗布し、その後、焼成してコイル状のアンテナ６２の両端を接続する配線６７を形成する。最後にＩＣチップ６３を異方性導電フィルムを使って図１１（ｃ）の位置に実装し、更に図示しない保護フィルムで全体をラミネートして無線ＩＣカード６０となる。

この無線ＩＣカード６０は、例えば、近距離（約１０ｃｍ以下）にある外部のリーダー／ライターと通信することができる。

【００７４】

なお、パッド部６４が数ｍｍ角と比較的大きい場合は、層間導通ポスト６５を形成しておかなくても、層間の導通に必要な領域を残して層間絶縁膜６５を形成することで、多層プリント配線を設けることができる。この場合、層間絶縁層６６のパッド部６４上の端の部分はテーパーを持った形状になるため、その層間絶縁層６６の上に断線することなく、液滴吐出方式により配線６７を形成することができる。

【００７５】

（電子機器）

上記実施形態の多層配線基板の製造方法を用いて製造された基板を備えた電子機器の例について説明する。

図１２は、携帯電話（電子機器）の一例を示した斜視図である。図１２において、符号１０００は携帯電話本体を示し、上記実施形態の製造方法で製造された多層配線基板が用いられている。

【００７６】

図１３は、腕時計型電子機器（電子機器）の一例を示した斜視図である。図１３において、符号１１００は時計本体を示し、上記実施形態の製造方法で製造された多層配線基板が用いられている。

【００７７】

図１４は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置（電子機器）の一例を示した斜視図である。図１４において、符号１２００は情報処理装置、符号１２０２はキーボードなどの入力部、符号１２０４は情報処理装置本体を示し、上記実施形態の製造方法で製造された多層配線基板が用いられている。

【００７８】

図１２から図１４に示す電子機器は、上記実施形態の製造方法で製造された多層配線基板を備えているので、従来のものよりも簡素な製造工程で精密に製造されるとともに、製造期間を短縮することができる。

【００７９】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の

趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能であり、実施形態で挙げた具体的な材料や層構成及び製造方法などはほんの一例に過ぎず、適宜変更が可能である。

例えば、本発明に係る製造方法は、多層プリント配線の製造に限定されるものではなく、大型ディスプレイ装置などの多層配線に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　第１実施形態の多層配線基板の製造方法を示す工程図。

【図２】　第１実施形態の多層配線基板の製造方法を示す工程図。

【図３】　第１実施形態の多層配線基板の製造方法を示す工程図。

【図４】　第１実施形態の液滴吐出装置を示す斜視図及び要部断面図。

【図５】　第１実施形態の液滴吐出装置の駆動信号を示す図。

【図６】　第２実施形態の多層配線基板の製造方法を示す工程図。

【図７】　第２実施形態の多層配線基板の製造方法の変形例を示す工程図。

【図８】　第３実施形態の多層配線基板の製造方法を示す工程図。

【図９】　第４実施形態の多層配線基板の製造方法を示す工程図。

【図１０】　第５実施形態の多層配線基板の製造方法を示す工程図。

【図１１】　第６実施形態の多層配線基板の製造方法を示す工程図。

【図１２】　本実施形態の多層配線基板を備えた電子機器示す図。

【図１３】　本実施形態の多層配線基板を備えた電子機器示す図。

【図１４】　本実施形態の多層配線基板を備えた電子機器示す図。

【符号の説明】

１７　第１回路パターン（第１配線層）

１８　層間導通ポスト（導通ポスト）

１９ａ、１９ｂ、１９ｃ　絶縁膜形成領域

２２　第１層間絶縁膜（層間絶縁膜）

２３　第２層間絶縁膜（層間絶縁膜）

２４　層間絶縁膜

２６　第１層間絶縁膜（層間絶縁膜）

２７　第２層間絶縁膜（層間絶縁膜）

２８　層間絶縁膜

３１　第２回路パターン（第２配線層）

４１　金属ペースト（配線層）

４２　層間導通ポスト（導通ポスト）

４３　層間絶縁膜

４４　回路パターン（配線層）

５２　層間導電ポスト（導通ポスト）

５３　層間絶縁膜

５４　再配線（配線層）

５５　パッド（配線層）

５６　バンプ（配線層）

６０　無線ＩＣカード（多層配線基板）

６２　アンテナ（配線層）

６４　パッド部（配線層）

６５　層間導通ポスト（導通ポスト）

６６　層間絶縁膜

１０２　インクジェットヘッド（液滴吐出ヘッド）

１２２　材料インク

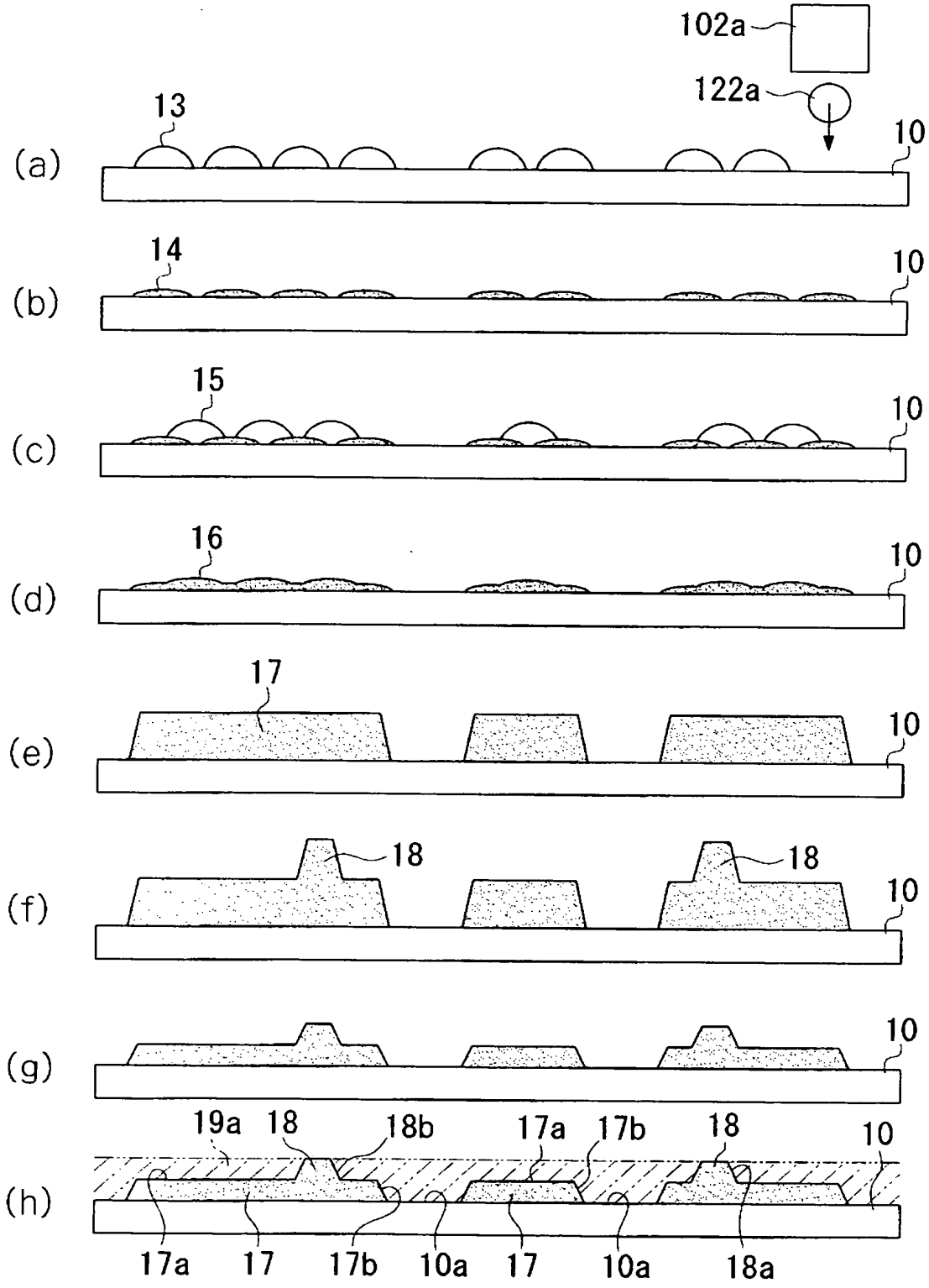
１０００　携帯電話（電子機器）

１１００　腕時計型電子機器（電子機器）

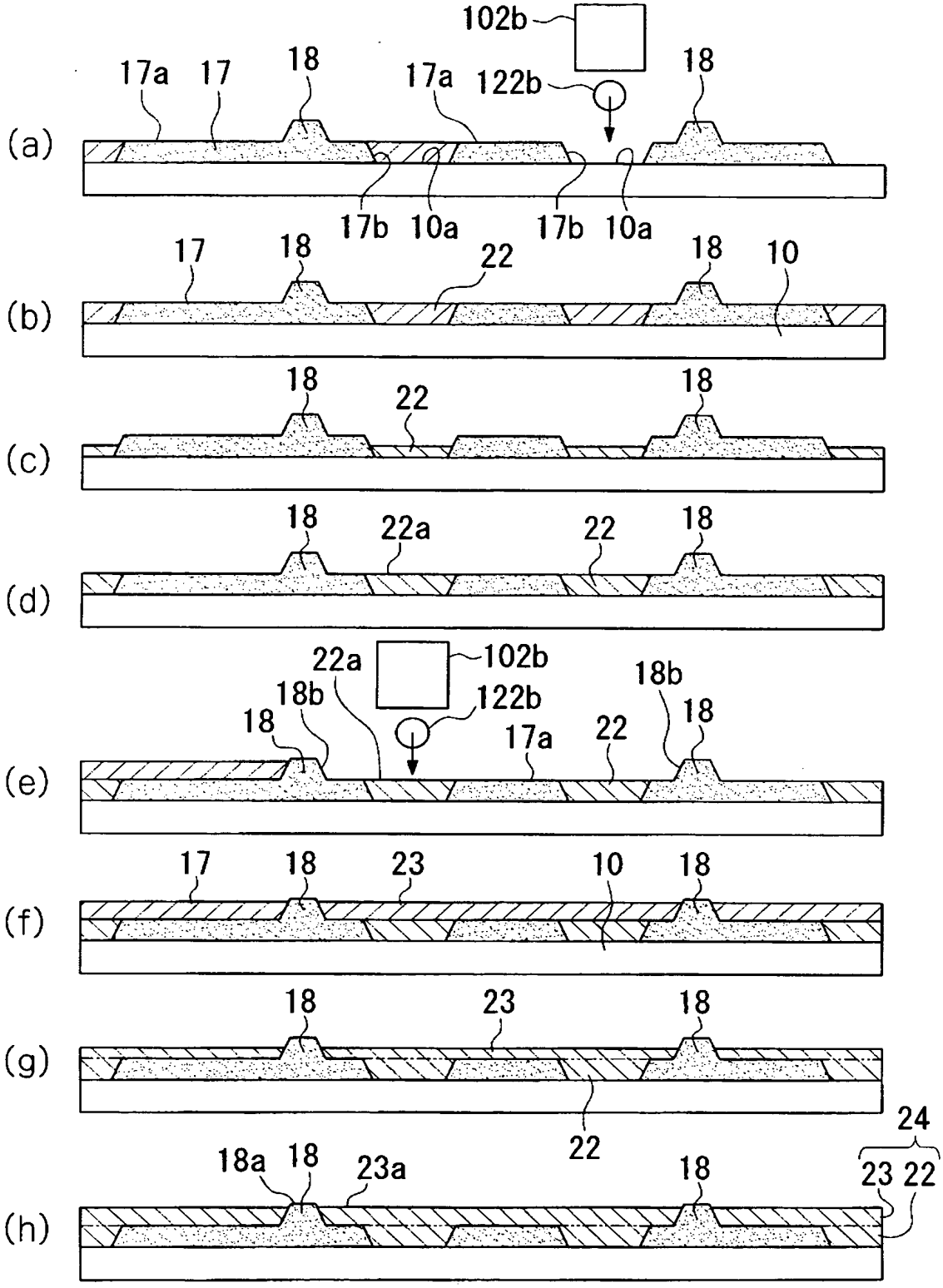
１２００　携帯型情報処理装置（電子機器）

【書類名】　図面

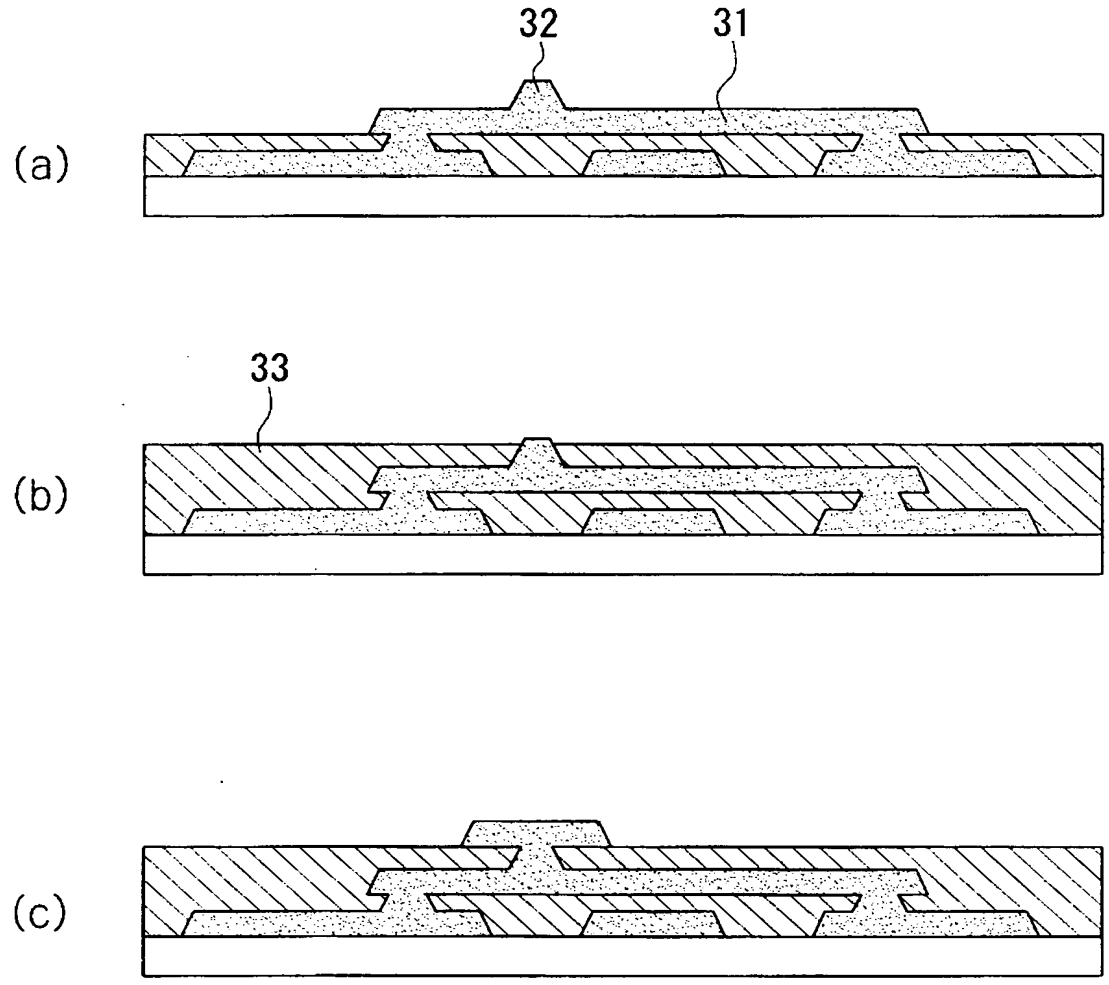
【図１】


102a
122a
13
(a)
10
14
(b)
10
15
(c)
10
16
(d)
10
17
(e)
10
18
18
(f)
10
(g)
10
19a
18
18b
17a
17b
18
10
(h)
17a
17
17b
10a
17
10a
18a

【図２】

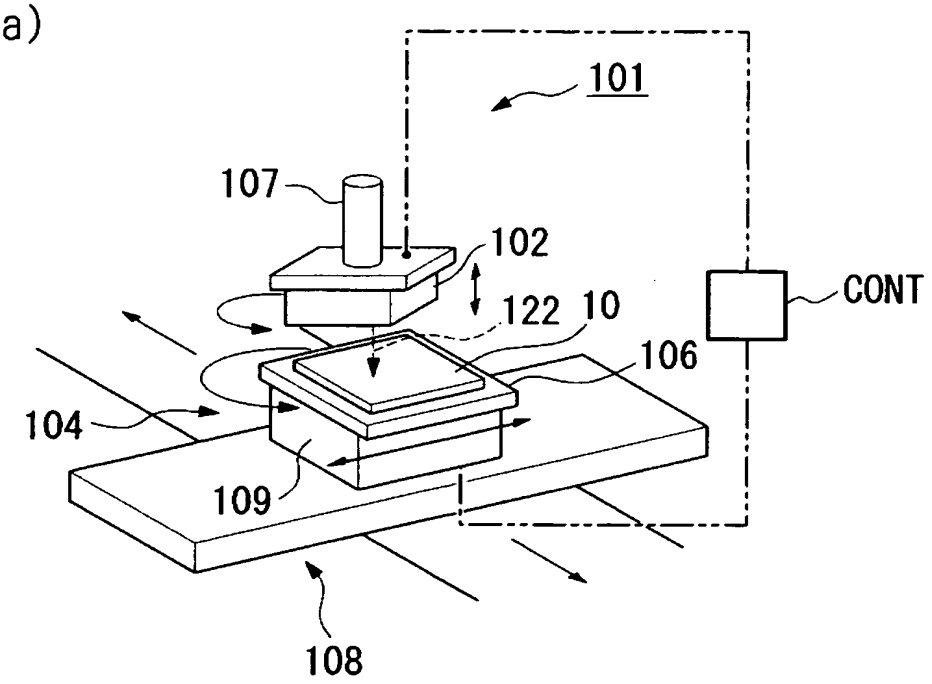

(a)
102b
17a
17
18
17a
122b
18
17b
10a
17b
10a
(b)
17
18
22
18
10
(c)
18
22
18
(d)
18
22a
22
18
(e)
22a
102b
18b
122b
18
17a
22
18b
18
(f)
17
18
23
10
18
(g)
18
23
18
22
(h)
18a
18
23a
18
24
23
22

【図３】

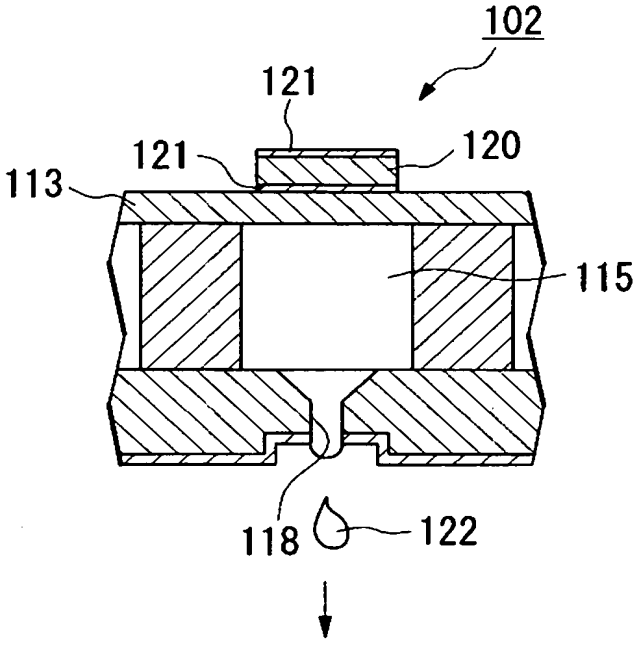


【図４】

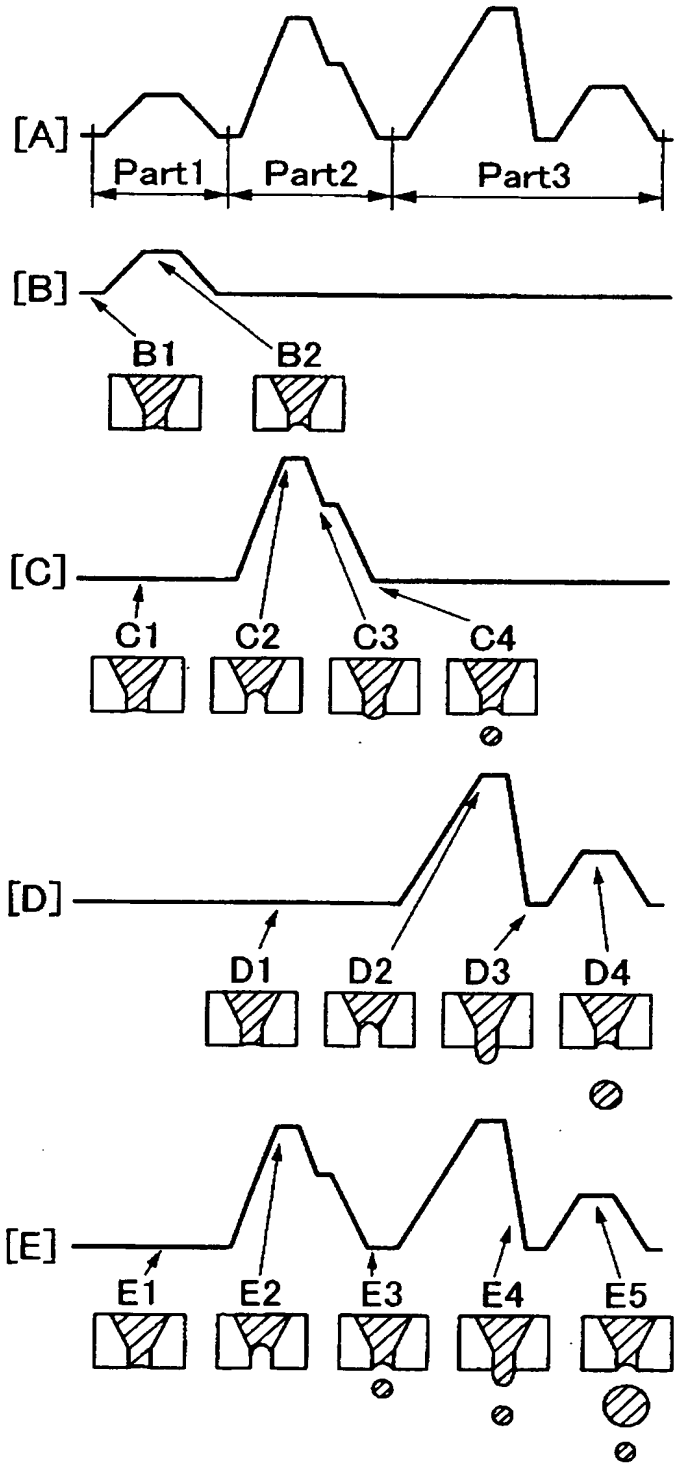
(a)


101
107
102
122
10
CONT
106
104
109
108

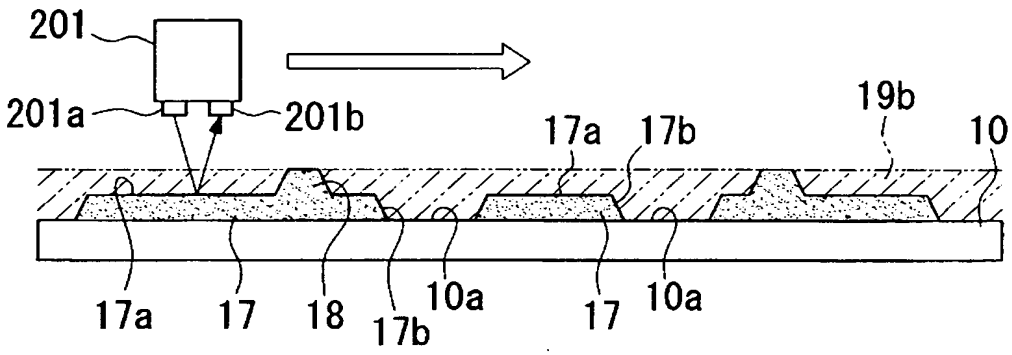
(b)


102
121
121
120
113
115
118
122

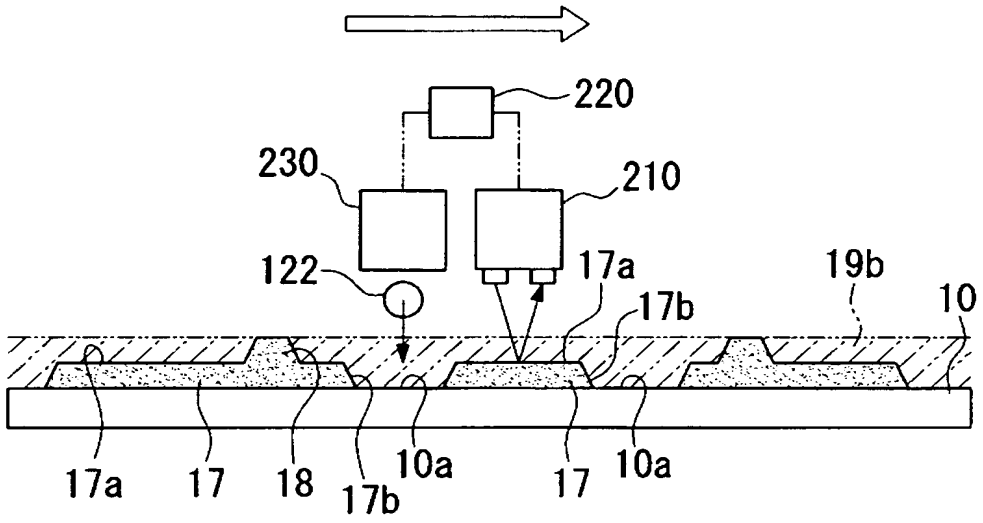
【図５】


[A]
Part1
Part2
Part3
[B]
B1
B2
[C]
C1
C2
C3
C4
[D]
D1
D2
D3
D4
[E]
E1
E2
E3
E4
E5

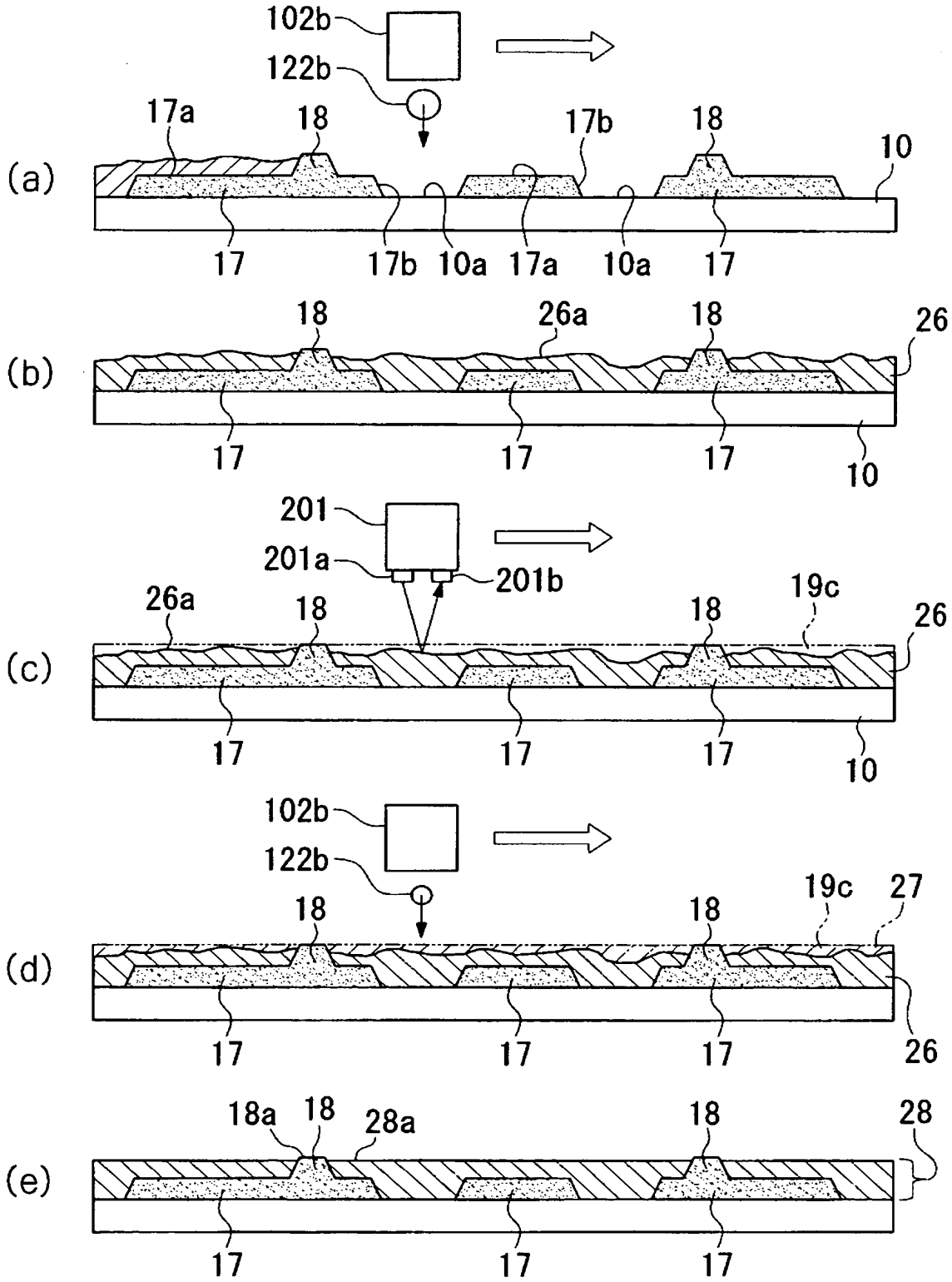
【図６】


201
201a
201b
17a
17b
19b
10
17a
17
18
17b
10a
17
10a

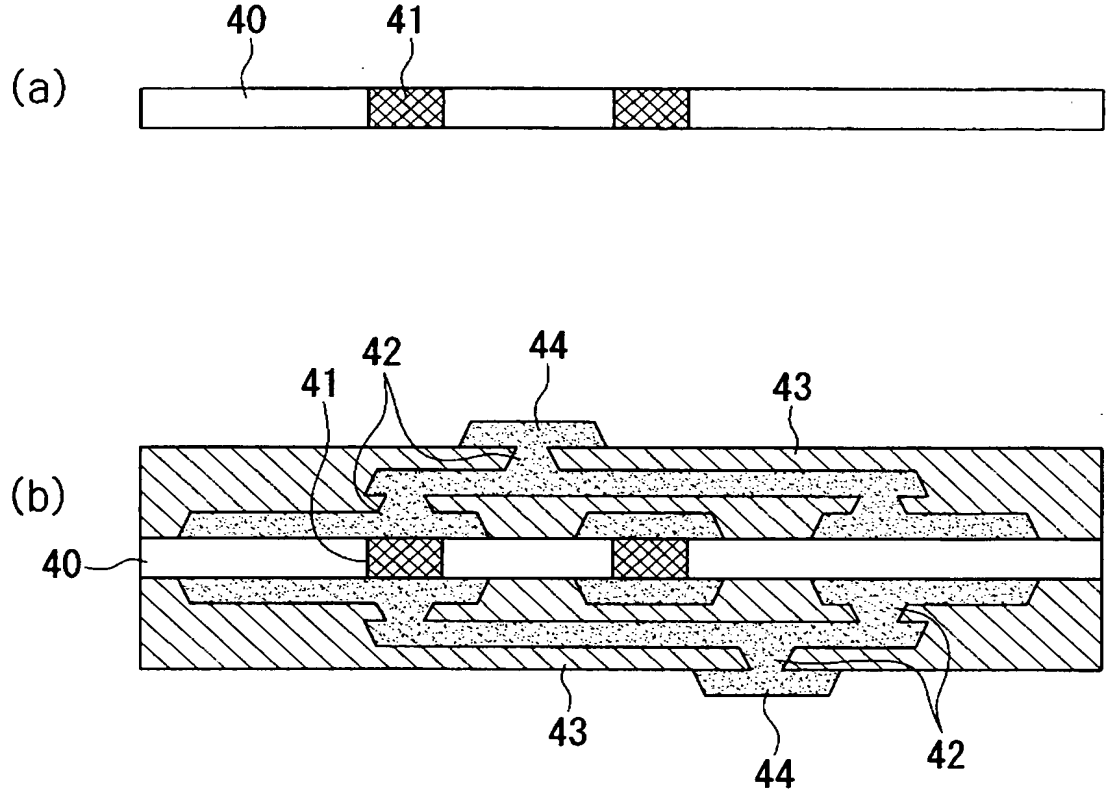
【図７】


220
230
210
122
17a
17b
19b
10
17a
17
18
17b
10a
17
10a

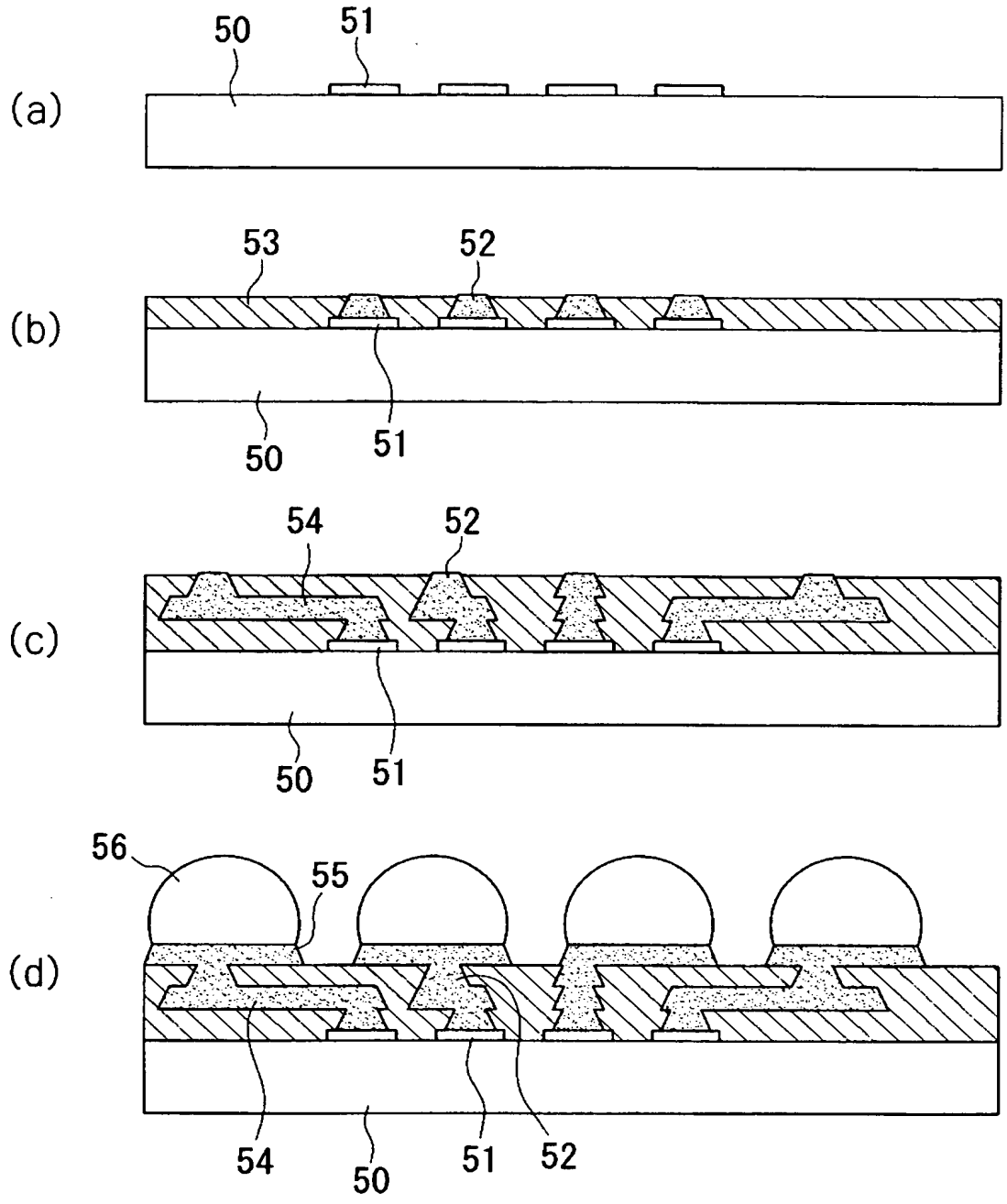
【図８】


(a)
102b
122b
17a
18
17b
18
10
17
17b
10a
17a
10a
17
(b)
18
26a
18
26
17
17
17
10
(c)
201
201a
201b
26a
18
18
19c
26
17
17
17
10
(d)
102b
122b
18
18
19c
27
17
17
17
26
(e)
18a
18
28a
18
28
17
17
17

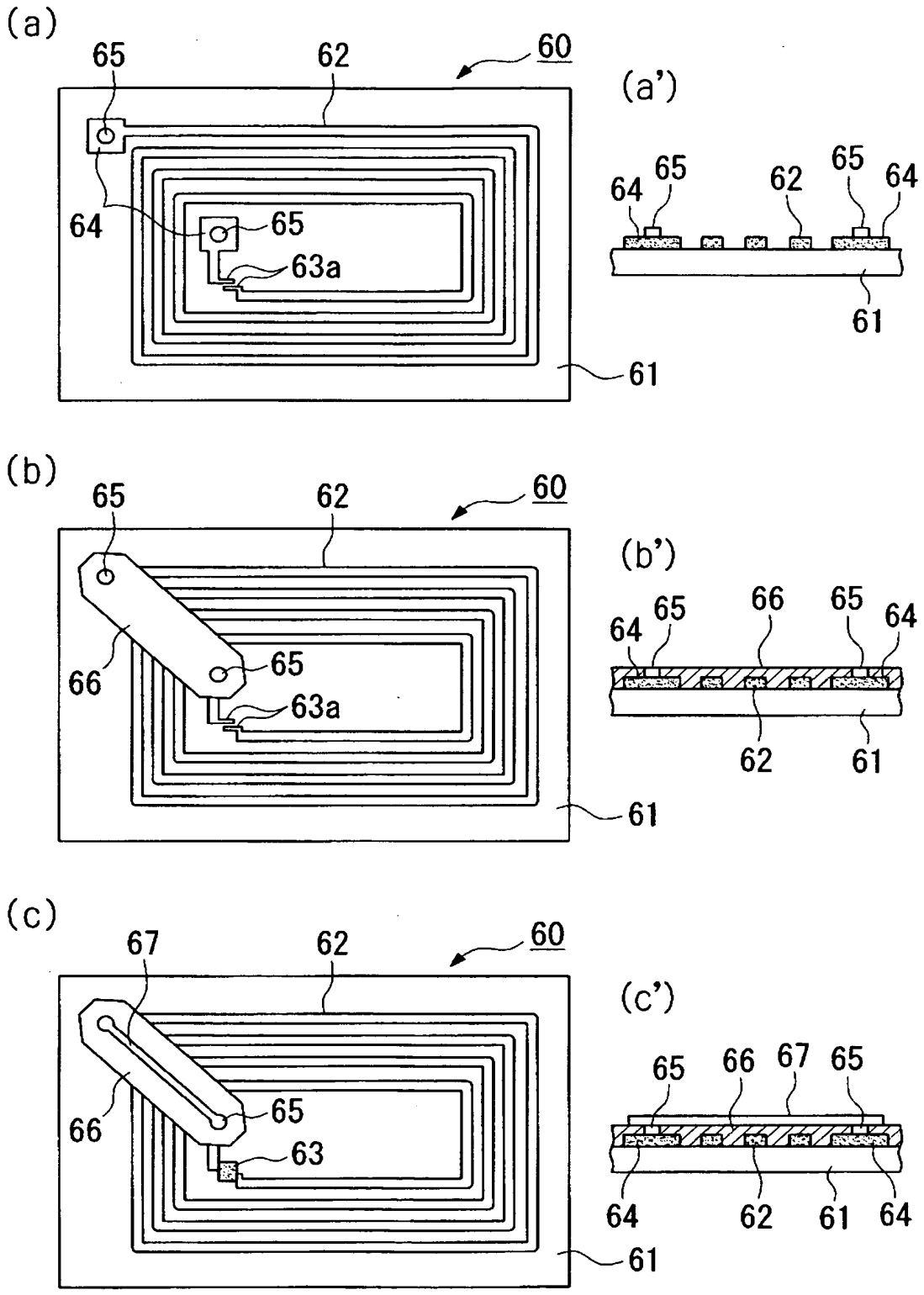
【図９】



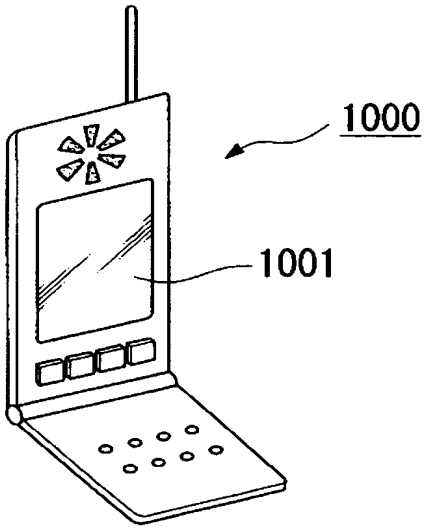
【図１０】



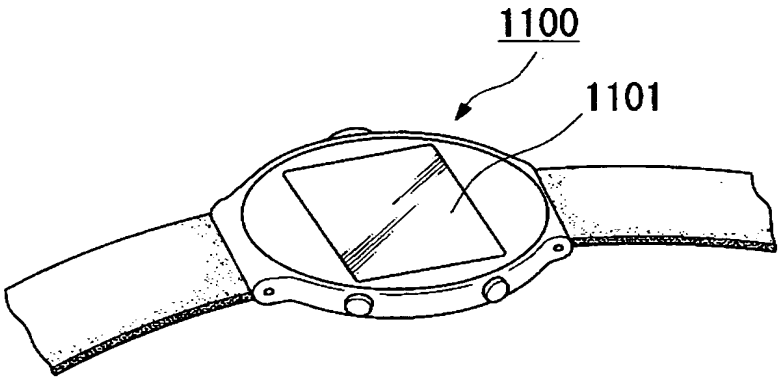
【図１１】


(a)
65
62
60
64
65
63a
61
(a')
64
65
62
65
64
61
(b)
65
62
60
66
65
63a
61
(b')
64
65
66
65
64
62
61
(c)
67
62
60
66
65
63
61
(c')
65
66
67
65
64
62
61
64

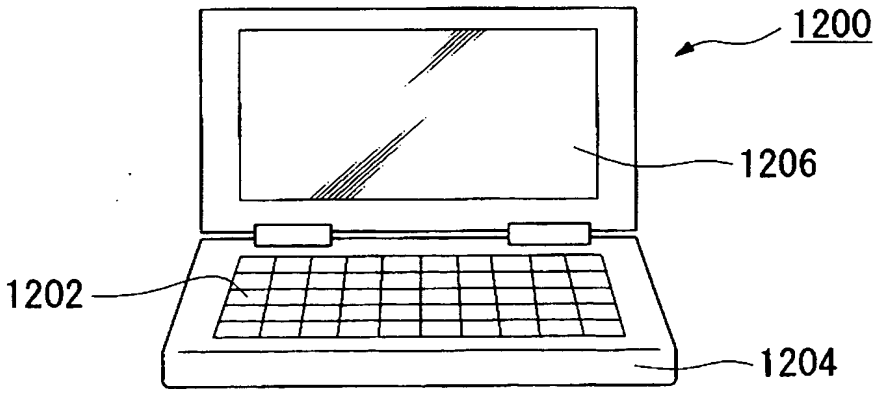
【図１２】



【図１３】



【図１４】



【書類名】　要約書

【要約】

【課題】　液滴吐出方式を用いた比較的簡素な製造工程で精巧な多層配線基板を形成し、特に層間絶縁膜の平坦化が容易にできる、多層配線基板、多層配線基板の製造方法、電子デバイス及び電子機器を提供すること。

【解決手段】　少なくとも２層の配線層１７と、配線層１７の間に設けられた層間絶縁膜２４と、配線層１７を導通させる導通ポスト１８とを有してなる多層配線基板の製造方法であって、層間絶縁膜２４の上面が平坦になるように、層間絶縁膜２４が形成される絶縁膜形成領域の凹凸部の形状に応じて膜厚を変化させ、層間絶縁膜２４を形成すること特徴とする。

【選択図】　図２

認定・付加情報

特許出願の番号	特願２００２－３３４９１５
受付番号	５０２０１７４４４６９
書類名	特許願
担当官	藤居　建次　　１４０９
作成日	平成１４年１１月２７日

＜認定情報・付加情報＞

【特許出願人】
- 【識別番号】 000002369
- 【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
- 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】 申請人
- 【識別番号】 100089037
- 【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場３丁目２３番３号　ＯＲビル　志賀国際特許事務所
- 【氏名又は名称】 渡邊　隆

【代理人】
- 【識別番号】 100064908
- 【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場３丁目２３番３号　ＯＲビル　志賀国際特許事務所
- 【氏名又は名称】 志賀　正武

【選任した代理人】
- 【識別番号】 100110364
- 【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場３丁目２３番３号　ＯＲビル志賀国際特許事務所
- 【氏名又は名称】 実広　信哉

次頁無

特願２００２－３３４９１５

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００２３６９］

１．変更年月日　　１９９０年　８月２０日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
氏　名　　セイコーエプソン株式会社